

22

D. D.

DISSERTATIO GRADUALIS,

DE

# VARIATIONE DIRECTIONIS GRAVIUM,

---

QUAM

*Ex Suffrag. Ampliis. FAC. Philos. in Reg. Acad. Aboënsi.*

PRÆSIDE

MAG. ANDREA  
PLANMAN,

Phyf. PROFESSORE Reg. & Ord. Reg. Acad. Scient.

Stockh. MEMBRO,

*Publicæ censuræ submittit*

SIMON RINGBOHM,

ABOA - FENNO.

In AUDITORIO MAJORI Die XX Maji

An. MDCCLXXII.

T. A. M. S.

---

A B O Æ

Impressit JOHANNES CHRISTOPH. FRENCKELL.

S:Æ R:Æ M:TIS

MAGNÆ FIDEI VIRO,

AMPLISSIMO ATQUE CONSULTISSIMO

D:NO JOACHIMO  
VON GLAN,

Consiliario Supremi Dicasterii Regii in Magno  
Ducatu Finlandiæ;

Nec non

VIRO

MAXIME REVERENDO ATQUE CELEBERRIMO

D:NO MAG. HENRICO  
HYLLEN,

Bibliothecario antehac Acad. Aboënsis Reg. & Ord. jam  
vero Ecclesiarum, quæ DEO in Hollola, Afickala, Na-  
stola, Kårckôlä & Heinola colliguntur,  
Pastori vigilantissimo,

*In tesseram mentis, summo pietatis affectu, innumera  
sibi præstita beneficia prosecuturæ, Specimen hocce A-  
cademicum dat, dicat, dedicat*

A. & R.





§. I.

**D**ari titubationem quandam Telluris modo Boream, modo Austrum versus, statuere ausus est GASSENDI, idque ex occasione observationum, ab ALEXANDRO CALIGNON de PEIRINS, cum pendulo triginta pedum, institutarum, quæ motum quandam reciprocum, per statas horas, Boream Austrumque versus, pendulum subiisse innuebant, (*Acta Paris.* 1742). Hæc magni momenti res tam in Physica quam in Astronomia, quæ ulteriores & quidem accuratissimo examini subijcienda fuisset, frivolis deinceps disceptationibus agitabatur. Nam MERSENNUS atque quidam JOH. CARAMUEL certitudinem harum observationum impugnaverunt, varias ducendo consequentias atque provocando ad suas observationes, quarum tamen rationem nullatenus aperuerunt. Huic eidem liti se quoque immiscuit JOHANNES BAPTISTA MORIN, Mathem. Professor Parisiensis, experimentisque institutis,



ritutis, se eandem variationem directionis gravium, atque CALIGNON, animadvertisse contendit; ex qua tamen re non nisi nova sibi paravit arma, motum Telluris, contra GASSENDUM, in Schediasmate, cui titulus: *Ala Telluris fractæ*, impugnandi. Atque sic quæstio, de variatione directionis gravium exorta, ipso etiam GASSENDO illam jam in dubium revocante, indecisa mansit.

## §. II.

Cum autem maxime e re erat, ulteriori examini subicere hanc quæstionem; Celeberr. MAIRAN, exposita rei præstantia atque utilitate in *Actis Paris.* anni 1742, Philosophos ad hoc negotium suscipiendum incitavit. Dñus LE CAT Secretarius Reg. Acad. Scient. Rothomagensis inter primos in hanc rem experimenta instituit; quæ ut exactius peragerentur, in templo hujus urbis Cathedrali tubum centum viginti septem pedum erigi curavit, eidemque pendulum sericum ejusdem longitudinis, cera superinductum, inclusit, ut aëris actioni & humiditati sic foret præcautum. Hoc pendulum per integrum annum & quidem diversis per diem horis observavit; regularem vero in pendulo variationem non deprehendit. Dñus Liber Baro de GRANTE e contrario, observationibus anno 1743 Parisiis institutis, animadverterat, pendulum, quod triginta pedum erat, intervallo viginti quatuor horarum curvam Ellipticæ figuræ describere, cujus axis major, ad



ad planum meridiani normalis, erat  $2\frac{1}{2}$  lin. minor autem unius lineæ, ejusdemque a centro Ellipseos declinationem Solem semper comitari. Duobus vero aliis pendulis, quæ ejusdem erant longitudinis sed a diversis pendebant punctis, easdem iteraturus observationes, motus observavit prorsus contrarios. Quapropter ex variatione quadam ipsius ædificii hos motus pendere existimavit, atque observationes easdem in spelunca quadam, sub rupe conformata, repetendas decrevit. Postquam ibi mense Novembri puncta, quæ pendulum undecim pedum indigitabat; quotidie statis horis denotasset, animadvertit pendulum quovis meridie austrum versus, at media qualibet nocte boream versus declinare, adeo ut harum declinationum puncta, in meridiano notata, quarta parte lineæ a se invicem semper distarent; hora autem sexta matutina quarta parte unius lineæ versus orientem pendulum continuo declinare observavit, cum eadem hora vespertina tantundem ad occidentem declinaret. Pendulum itaque, si exiguæ quædam aberrationes negligantur, Ellipsin quotidie descripsisse deprehendit, cujus axis major, ab oriente versus occidentem directus, dimidiæ erat lineæ, axis autem minor non nisi quartam ejus partem constituabat. Observationes, quas mense Decembri eodem loco reperierat, easdem penduli declinationes confirmatas reddiderunt; quapropter Perillustis de GRANTE, has declinationes reales esse existimavit, atque singulas suas observationes, ceu Astronomorum ulteriori lima dignas, cum Cel. DE L' ISLE



communicavit; simul vero suspicatus est, an caloris diurni atque frigoris nocturni vicissitudines, conjunctæ cum nivium, quibus terra tum obducta erat, fusione & congelatione alternis vicibus facta, rupi quandam inferrent variationem. (Vide *Mémoires de Trévoux*, Octob. 1754 pag. 508 &c.)

### §. III.

Cum autem experimenta, §. præced. allata, ejus erant indolis, ut quæstionem agitatam non deciderent, quin potius eam novis dubiis, exactitudinem observationum Astronomicarum infringentibus, involverent; Celeberr. BOUGUER rem accuratiori examini subicere decrevit. Primum itaque usus est Quadrante Astronomico, (Vide *acta Paris.* pro an. 1754) cujus radius erat duorum pedum cum semisse, in ipso solo ita collocato, ut planum limbi in primo verticali exacte constitueretur, quo sic ipsi daretur in limbo, ope penduli, observare maximam illam declinationem, quæ ex observationibus GRANTEANIS versus plagas hujus verticalis dirigebatur. Tubus Quadrantis erat quoque directus ad objectum adeo distitum, ut minima variatio in isto facta optime cerneretur. Et ne aëris vicissitudines in æde, ubi Quadrans locatus erat, evaderent notabiles; fenestræ ipsius sub toto observationis tempore clausæ tenebantur. Hisce sic dispositis atque observationibus per integrum mensem continuatis, neque ullam instrumenti variationem, neque penduli declinationem ali-



aliquam, quæ, juxta observationes GRANTEANAS, a hora sexta matutina ad horam sextam vespertinam 1' 5" efficere debuisset, animadvertere potuit. Ut autem majorem adhuc rei certitudinem conciliaret, longe exactius adgressus est experimentum, usus apparatu ita adornato, ac si pendulum 34000 hexapedum (Gall. toises) adhibuisset. Ex fornice etenim Nosocomii Regii Paris. pendere curavit catenam centum octoginta septem pedum, cujus infimæ parti tubum Astronomicum 15 pedum ita affixit, ut in situ horizontali esset, dum pars ipsius objectiva incubaret stylo cuidam chalybeo, ad distantiam trium pedum de catena debite locato. Tubus sic dispositus collimabat versus Austrum ad ædificiū, hinc 556 hexapedibus distantis, parietem, in quo ad ductas lineas, vel minimam penduli variationem ope tubi, qui tam verticalium quam horizontalium vibrationum erat capax, distinguere licuit. Adhibitis omnibus cautelis ad obtinendas exactissimas observationes necessariis, deprehendit Vir Celeberrimus tubum pro variatione caloris alium atque alium in directione verticali obtinere situm, atque crescente calore ad majorem majoremque altitudinem in pariete dirigi; adeo ut variationi unius gradus caloris responderet duorum aut trium pedum variatio directionis. Immo facta vel minima caloris mutatione, quæ in Thermometro haud distingui potuit, tubi directio in plano verticali quoque mutabatur; accidit enim, ut, Sole per nubes dehiscens subito exsplendescente, tubus illico duos pollices al-

tius



tius in pariete dirigeretur; licet Thermometrum sensibilem non subiverit variationem. Quod ad variationes directionis tubi, in plano horizontali factas, attinet, istæ admodum exiguæ erant, adeo ut novem pollices in pariete nunquam excederent. Quo juxta id notatu dignum occurrit, quod sub toto tempore, quo observationes peragebantur, non nisi quinquies, ad factas observationes correspondentes quovis vesperi, inciderint hæ variationes, tubo bis ad orientem, & ter ad occidentem paululum declinante; cum tamen tubus quovis vesperi plurimum pedum declinationem orientalem subire debuisset, si variationes *Granteane* ex reali directionis penduli variatione existissent.

#### §. IV.

Atque sic dubia de variatione directionis pendulorum, quæ ultra centum annos in quæstione versabantur, per observationes *Bouguerianas* dirempta habentur; ita ut tuto colligere liceat, nullam realem variationem directionis gravium dari, quæ in superficie Telluris foret notabilis. In eo quidem, necesse est, omnes Mathematici conveniant, quod totius globi terraquei centrum gravitatis cuidam situs variationi sit obnoxium, idque ob fluxum inprimis & refluxum maris; sed quæ tantilla merito censeatur, ut vix aliquot pollices excedat: & si vel daremus, maximas hujus centri oscillationes, sic oriundas, ad distantiam centum pedum semet extendere; inde



inde tamen vix unius scrupuli secundi variatio in directione gravium existeret, idque in illis superficiei telluris punctis, ubi ista foret maxima; quemadmodum cuique calculum subducenti patefcet. Cum autem declinatio penduli Perillustriſ Dni DE GRANTE, orientem atque occidentem verſus, erat 32 ſcrupulorum ſecundorum; patet iſtam omnino aliunde & quidem a cauſſis accidentalibus deducendam eſſe: quemadmodum experimenta & *Bougueriana* & *Granteana*, Pariſiis capta, poſcunt. Haſ vero cauſſas Celeberr. BOUGUER loc. cit. optime expoſuit, atque ex aëris temperie ſeu caloris & frigoris viciffitudine derivavit: quo factum eſt, ut aut punctum ſuſpenſionis, aut punctum in ſolo, cui imminebat pendulum, aut etjam longitudo penduli aliquam ſubirent variationem. Conſtat enim corpora a calore dilatari atque a frigore contrahi. Quod itaque ad punctum ſuſpenſionis attinet, illius ſitus mutatio pro re nata omnino diverſa fuit: ſupponatur enim rectum ædis, ſive planum ſive fornicatum fuerit, in quo hoc punctum erat, fuiſſe dilatationis atque coarctationis capax nec non Solis radiis æqualiter expoſitum. Per vim igitur caloris expandendi factum eſt, ut rectum ſecundum omnes directiones a puncto quodam fixo, quod centrum dicatur, expanderetur; quapropter non potuerunt non ſingula iſtius puncta, pro ratione caloris, ceteris paribus, a centro hocce in directionibus radiorum, inde duكتورum, longius recedere, atque calore remittente, ad idem centrum iterum propius accedere. Hinc  
B ſequi-



sequitur pendulum ex centro suspensum, omnino immotum mansisse; cum pendula ex alio quocunque puncto pendentia, itus & reditus in plagis, pro ratione situs puncti suspensionis a centro diversis, fecerint rectilineos, motui puncti suspensionis obsequendo. Cumque pendula sic aliis atque aliis soli punctis imminerent; observatores hinc inducebantur adtribuendam directioni pendulorum aliquam variationem, quæ tamen conclusio impugnabatur ab illis, qui observationes suas ad pendula, ex punctis fixis pendentia, peregerunt. Quo juxta per se clarum est, similem apparentiam variationis hujus existisse, si ipsum solum, cui pendula imminebant, a calore dilatatum & a frigore coarctatum fuerit; de qua itaque re seorsim agere, supervacaneum est. At circa punctum suspensionis id maxime observandum restat, quod ejus variatio quoad præcipuam partem pependerit ex murorum seu parietum observatorii cujusque dilatatione & coarctatione. Etenim parietes, ab oriente ad occidentem, Solis calori successive expositi, successive quoque dilatabantur, atque cessante caloris actione, iterum coarctabantur: unde evenire potuit, ut punctum suspensionis per omnes plagas ageretur, curvamque describeret, cujus natura a plurimis circumstantiis pendebat. Præterea vicissitudines aeris sicci humidique una cum pluviiis ac nivibus liquescentibus, quæ fundamenta adium & strata lapidea penetraverint, id quod Celeberrimus BOUGUER de cavea *Granteana* suspicatus est, ad variationem puncti suspen-



suspensionis, pro re nata, conferre potuerunt. Pro ratione igitur diversarum circumstantiarum, in hoc vel illo casu particulari, motus puncti suspensionis aut diversus aut nullus esse poterat; quapropter pendula quoque inde suspensa aut eisdem aut nullos peregerunt motus. Ceterum quoque variatio longitudinis penduli fallere potuit observatores, extremitatem ipsius oblique contuentes, ut istam ad diversa soli puncta referrent, quemadmodum Celeb. LE CAT pulchre observaverat. Hisce rite perpensis, liquet variationem directionis pendulorum non nisi apparentem fuisse, quæ non potuit non, pro re nata, aut diversimode aut nullatenus observari. Atque hinc factum est, ut observatores hujus variationis existentiam partim contenderent, partim impugnarent.

# §. V.

Quæ jam attulimus, eo pertinere censenda sunt, ut variationem directionis gravium minime dari evincant, saltem quæ in superficie Telluris foret sensibilis; quo ipso observationibus Astronomicis ex hac parte sua vindicata est certitudo. Sed quia simul adparet, muros atque parietes ædium obnoxios esse variationibus, quas Thermometra & Hygrometra indicant; id quod observatio *Bougueriana*, qua pavementum quoddam lateritium, solis calori per tres horas expositum, tertia lineæ parte, pro ratione 12 pedum longitudinis, dilatatum fuisse com-



compererat, ulterius confirmat (*Acta Paris. 1745*); neque instrumenta muris affixa variationibus hinc oriundis exempta esse videntur. Quapropter ab Astronomis explorandum restat, an & in quantum in observationes, quæ cum Quadrantibus Sextantibusque Muralibus Telescopiisque in Meridiano mobilibus, nec non ad Lineas Meridianas peragi solent, aliqua incertitudo hinc emanet; inprimis cum nonnullæ *Bouguerianæ* observationes, in *Peruvia* captæ, hujusmodi variationi obnoxie deprehendebantur; de qua re Auctoris Celeberrimi verba, ex *Act. Paris. 1754* coronidis loco adduxisse haud incongruum erit: „j' ai déjà rapporté dans nos mémoires de „1744 & de 1745, qu' on observa à Quito pendant notre séjour au Pérou, des étoiles voisines „du Zénit, en se servant de grandes lunettes de dix „ou douze pieds de longueur, scellées contre des „murs. Ces étoiles parurent chaque jour sujettes „à des mouvemens fort irréguliers & très différens „de ceux dont nous devons la connoissance à Mr. „Bradley: on les vit quelquefois dans l' intervalle „de sept à huit jours changer de situation de 30 „ou 35 secondes, & elles parurent ensuite, dans „un nombre de jours plus ou moins grand, reprendre sensiblement leur première place. Je crus de „voir attribuer ces mouvemens au jeu de Thermomètre ou d' hygromètre, auquel étoient sujets „les édifices. Le moyen le plus simple de s' en „assurer, étoit de sceller des lunettes contre des „murs diversement orientés, afin de voir si elles „don-



donnoient les mêmes changemens apparens, & de joindre outre cela à côté même des lunettes, des fils-à plomb auxquels on pût les comparer. Mes conjectures furent confirmées; les fils-à plomb, montrèrent que les lunettes n' étoient pas assez fixes, & qu' il falloit attribuer aux changemens alternatifs de leur direction, toutes ces variations étonnantes & peu réglées qu' on croyoit découvrir dans le ciel. Les murs s' inclinoient tantôt, vers un côté & tantôt vers l' autre, & il dûnt résulter de leur action & réaction réciproques dans, chaque observatoire un mouvement presque toujours circulaire ou elliptique.,

